

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-209086
(P2000-209086A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 3 L 7/18		H 0 3 L 7/18	Z 5 J 1 0 6
	7/099	H 0 4 B 1/04	T 5 K 0 0 4
H 0 4 B 1/04			A 5 K 0 2 0
	1/26	H 0 3 L 7/08	F 5 K 0 6 0
H 0 4 L 27/36		H 0 4 L 27/00	F

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-10600

(22) 出願日 平成11年1月19日 (1999.1.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 竜田 明浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 祥太郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100092794

弁理士 松田 正道

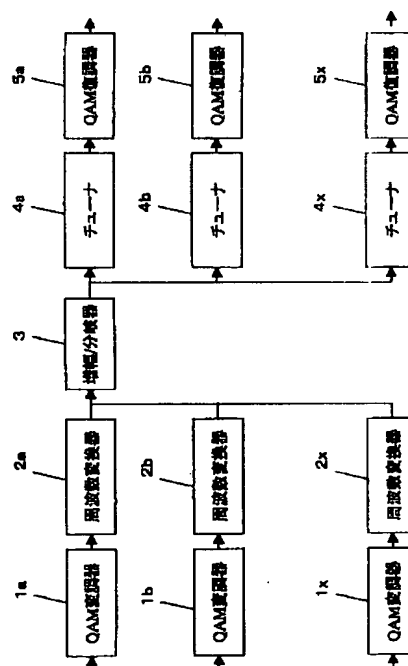
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送受信装置

(57) 【要約】

【課題】 航空機内の機械的な衝撃や振動によるデータ誤りの抑圧効果が不十分である。

【解決手段】 周波数変換器 2 a から 2 x 及びチューナ 4 a から 4 x が有する PLL 周波数シンセサイザの自然角周波数と位相比較周波数及び、QAM 復調器 5 a から 5 x が有するキャリア再生部のループフィルタ帯域幅を、外部から加わる機械的な振動の最高周波数（例えば、ここでは 2 k H z）よりも大きい値に設定することにより、送受信装置に航空機内の機械的な衝撃や振動が加わっても、PLL 周波数シンセサイザや、キャリア再生部が高速に追従して雑音を抑圧するので、QAM 復調器 5 a から 5 x が誤った再生データを出力するのを防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力されるデジタルデータを変調する変調手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、前記変調手段が出力する信号を複数の異なる周波数に変換する第1の周波数変換手段と、その第1の周波数変換手段が出力する信号を増幅及び分岐する増幅／分岐手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、前記増幅／分岐手段が出力する信号を所定の周波数に変換する第2の周波数変換手段と、キャリア再生部を有し、前記第2の周波数変換手段が出力する信号からデジタルデータを復調する復調手段とを備え、前記各PLL周波数シンセサイザの自然角周波数及び前記キャリア再生部のループフィルタ帯域幅が、所定の条件のもとで決められた外部から加わる機械的な振動の最高周波数よりも大きい値に設定されていることを特徴とする送受信装置。

【請求項2】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれるPLLシンセサイザICの位相比較周波数を、前記外部から加わる機械的な振動の最高周波数よりも大きい値に設定したことを特徴とする請求項1記載の送受信装置。

【請求項3】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器の共振部に使用するコイルをマイクロストリップラインとしたことを特徴とする請求項1、または2記載の送受信装置。

【請求項4】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器の共振部に使用前記マイクロストリップラインの上部や下部に、補強板を貼り付けたことを特徴とする請求項3記載の送受信装置。

【請求項5】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器の共振部に使用前記マイクロストリップラインをプリント基板の内層に形成したことを特徴とする請求項3記載の送受信装置。

【請求項6】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器の共振部に使用するコイルをチップ面実装タイプとしたことを特徴とする請求項1、または2記載の送受信装置。

【請求項7】 前記PLL周波数シンセサイザに含まれるループフィルタや電圧制御発振器に使用するコンデンサをフィルムタイプとしたことを特徴とする請求項1、または2記載の送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機などの移動体に搭載する送受信装置に関し、特に映像や音声をデジタル伝送する送受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、MPEGを用いたデジタル映像音声システムが衛星放送やCATV等で実用化されている。一方、航空機内の映像音声サービスは、現時点においてアナログ放送システムが主流であり、このシステム

をMPEG等の画像圧縮技術と、デジタル変調技術を組み合わせたデジタル放送システムに置き換えて、伝送チャンネル数を増加させ、全座席に個別にサービスを提供することが望まれている（例えば、特開平7-255043号公報）。

【0003】以下図面を参照しながら、上記した従来の送受信装置の一例について説明する。

【0004】図6は、従来の送受信装置の構成を示すものである。図6において、61は変調手段、62は第1の周波数変換手段、63は増幅／分岐手段、64は第2の周波数変換手段、65は復調手段である。また、図7は、図6における第1の周波数変換手段62と第2の周波数変換手段64に含まれるPLL周波数シンセサイザの構成を示すものである。図7において、71はPLLシンセサイザIC、72はループフィルタ、73は電圧制御発振器、74は水晶振動子である。

【0005】以上のように構成された送受信装置について、以下その動作について説明する。

【0006】まず、デジタル化された映像データや音声データが変調手段61に入力される。変調手段61は、CATV等で用いられている直交振幅変調（以下、QAM変調と略す）や、或いは残留側帯変調（以下、VSB変調と略す）を行い、中心周波数 f_1 の信号を生成する。中心周波数 f_1 としては、日米においては44MHzや43.75MHzが、欧州においては36.125MHzがよく用いられている。変調手段61が出力する信号は、第1の周波数変換手段62に入力される。第1の周波数変換手段62は、入力される信号の中心周波数を f_1 から f_2 に変換する。航空機内では、複数のチャンネルに対応するため、中心周波数 f_2 として数十MHzから数百MHzまでの周波数帯が一般に用いられている。第1の周波数変換手段62が出力する信号は、増幅／分岐手段63に入力される。増幅／分岐手段63は、機内の各エリアへ信号を分配するために、入力される信号を増幅し、分岐して出力する。増幅／分岐手段63が出力する信号は、第2の周波数変換手段64に入力される。第2の周波数変換手段64は、入力される信号の中心周波数を f_2 から f_3 に変換する。中心周波数 f_3 としては、 f_1 と同じ周波数が用いられている。第2の周波数変換手段64が出力する信号は、復調手段65に入力される。復調手段65は、入力された信号を復調して再生データを出力する。

【0007】ここで、前述の第1の周波数変換手段62や第2の周波数変換手段64には、PLL周波数シンセサイザが用いられる。以下、図7を用いてPLL周波数シンセサイザの動作について説明する。

【0008】PLLシンセサイザIC71には、水晶振動子74が接続され、内部の発振回路を用いて信号 S_{xtal} が生成される。この信号 S_{xtal} は、同じく内部のプログラマブル分周器（以下、Rカウンタと略す）によって

信号S_{ref}に変換される。例えば、水晶振動子74の周波数を4MHz、Rカウンタを16に設定すると、信号は、 $S_{ref} = 4\text{MHz} / 16 = 250\text{kHz}$ となる。他方、PLLシンセサイザIC71には、電圧制御発振器73から信号S_{vco}が入力される。この信号S_{vco}も、内部に含まれる別のプログラマブル分周器（以下、MAカウンタと略す）によって信号S_{div}に変換される。例えば、MAカウンタを2800に設定すると、信号S_{div} = $S_{vco} / 2800$ なる関係が成立する。PLLシンセサイザ71の内部に含まれる位相比較器は、上述の信号S_{ref}と信号S_{div}の位相を比較し、位相差に比例した信号S_{err}を生成する。例えば、信号S_{div}の位相が信号S_{ref}の位相よりも進んでいる場合はS_{err} = 正電圧を、逆に信号S_{div}の位相が信号S_{ref}の位相よりも遅れている場合はS_{err} = 負電圧を、信号S_{div}の位相と信号S_{ref}の位相が一致している場合はS_{err} = 零電圧を出力する。

【0009】PLLシンセサイザIC71が出力する信号S_{err}は、ループフィルタ72に入力される。ループフィルタ72は、低域信号のみを通過させる周波数特性を備えており、入力される信号を平滑化して雑音成分を除去する。ループフィルタ72が出力する信号は、電圧制御発振器73に入力される。電圧制御発振器73は、入力される信号のレベルによって発振周波数が増加する発振器である。例えば、入力される信号の電圧レベルが高いほど、出力される信号の周波数も高くなる。以上のようにPLL周波数シンセサイザを構成すると、信号S_{div}の位相は、信号S_{ref}の位相に一致するように制御される。したがって、電圧制御発振器73から出力される信号は、 $S_{vco} = S_{ref} * 2800 = 250\text{kHz} * 2800 = 700\text{MHz}$ となる。ここで、MAカウンタの設定を変えると、電圧制御発振器73からは、異なった発振周波数を得ることができる（例えば、PLL周波数シンセサイザ回路設計法、1994年、総合電子出版社）。

【0010】以上のことから、第1の周波数変換手段62や第2の周波数変換手段64に含まれる発振器にPLL周波数シンセサイザを用いることで、周波数f₂を数十MHzから数百MHzの範囲で可変することができる。

【0011】さて、航空機内に装着された上述の送受信装置には、大きな機械的な衝撃や振動が加わることになる。この機械的な衝撃や振動は、復調手段65から出力される再生データの誤りを増加させる。データ誤りの主たる原因は、第1の周波数変換手段62や第2の周波数変換手段64に用いられるPLL周波数シンセサイザにおいて、ループフィルタ72に含まれるコンデンサや、電圧制御発振器73に含まれるコンデンサ、或いはコイルが、外部から加わる機械的な衝撃や振動によって雑音が発生するためである。このためPLL周波数シンセサイ

ザから出力される信号の位相雑音特性が劣化することになる。

【0012】機械的な衝撃や振動によって、PLL周波数シンセサイザから発生する雑音を抑圧する方法としては、以下のような方法が提案されている。

【0013】第1の提案は、PLL周波数シンセサイザをミニモジュール基板に実装し、これを親基板に植設する方法（特開平第6-85700号公報）である。この方法は、加振時の振動を、まず親基板で吸収し、PLL周波数シンセサイザが実装されているミニモジュール基板への振動伝達を抑圧するものであって、PLL周波数シンセサイザに用いられるデバイスや、PLLの回路定数については何ら考慮するものではない。第2の提案は、PLL周波数シンセサイザのループフィルタに使用するコンデンサを非積層型コンデンサにする方法（特開平第7-288483号公報）である。この方法は、非積層型コンデンサを用いて圧電効果を減少させるものであって、これもPLLの回路定数については何ら考慮するものではない。第3の提案は、PLL周波数シンセサイザのループフィルタに使用するコンデンサを基板の表裏に実装し、且つ電気的には、並列に接続する方法（特開平第9-219576号公報）である。この方法は、コンデンサを基板の表裏に実装することで、基板が曲げられても、互いに補償されて容量変化を減少させるものであって、これもPLL周波数シンセサイザに用いられるデバイスや、PLLの回路定数については何ら考慮するものではない。加えて、上述の第1から第3の提案は、機械的な衝撃や振動によって、PLL周波数シンセサイザから発生する雑音を抑圧する方法であって、送受信装置のPLL周波数シンセサイザ以外の部分については何ら考慮するものでもない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、デジタル化された映像データや音声データを伝送する送受信装置において、機械的な衝撃や振動が加わった場合に発生するデータの誤りを抑圧するために、PLL周波数シンセサイザのループフィルタや実装基板に対して、上述に示した耐振対策を行うだけでは、航空機の厳しい衝撃や振動の環境下においては、その効果は不十分であり、データ誤りが抑圧されないという課題を有していた。

【0015】本発明は、従来のこのような課題を考慮し、航空機の厳しい機械的な衝撃や振動の環境下において、データ誤りを抑圧できる送受信装置を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力されるデジタルデータを変調する変調手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、変調手段が出力する信号を複数の異なる周波数に変換する第1の周波数変換手段と、その第1の周波数変換手段が出力する信号を増幅及び分岐する

増幅／分岐手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、増幅／分岐手段が出力する信号を所定の周波数に変換する第2の周波数変換手段と、キャリア再生部を有し、第2の周波数変換手段が出力する信号からデジタルデータを復調する復調手段とを備え、各PLL周波数シンセサイザの自然角周波数及びキャリア再生部のループフィルタ帯域幅が、所定の条件のもとで決められた外部から加わる機械的な振動の最高周波数よりも大きい値に設定されている送受信装置である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

【0018】図1は、本発明の実施の形態1における送受信装置の構成を示す図である。図1において、1aから1xは変調手段としてのQAM変調器(1cから1wまでは図示省略、以下同じ)、2aから2xは第1の周波数変換手段としての周波数変換器、3は増幅／分岐器、4aから4xは第2の周波数変換手段としてのチューナ、5aから5xは復調手段としてのQAM復調器である。

【0019】以上のように構成された送受信装置について、以下、図1を用いてその動作を説明する。

【0020】まず、速度41.34MbpsのMPEGトランスポートストリームTSaからTSxがQAM変調器1aから1xにそれぞれ入力される。ここで、MPEGトランスポート・ストリームとは、通信用に考慮されたデータ列で、伝送誤りに対する耐性強化やプログラム多重機能をもち、188バイトの固定長のパケットを単位としている。パケット構造の詳細については、例えば、最新MPEG教科書(1994、アスキー出版局)の231頁の「マルチメディアを多重化するMPEGシステムとは」に見られる。QAM変調器1aから1xは、中心周波数36.125MHzの64QAM変調波を出力する。QAM変調器1aから1xが出力する信号は、周波数変換器2aから2xにそれぞれ入力される。周波数変換器2aから2xは、内部にPLL周波数シンセサイザを備え、入力される信号の中心周波数を変換して出力する。ここでは、周波数変換器1aからは141MHz、周波数変換器1bからは149MHz、以下同様に周波数変換器1xからは325MHzの信号がそれぞれ出力されるものとし、全ての信号が周波数軸上で重ならないように8MHz間隔で配置される。周波数変換器2aから2xが出力する信号は増幅／分岐器3に入力される。増幅／分岐器3は、入力される信号を増幅し、分岐して出力する。増幅／分岐器3が出力する信号は、チューナ4aから4xに入力される。チューナ4aから4xは、内部にPLL周波数シンセサイザを備え、入力される信号の1つを選択し、中心周波数を36.125MHzに変換する。ここでは、チューナ4aは141MHz、チューナ4bは149MHz、以下同様にチ

ューナ4xは325MHzの信号をそれぞれ選択し、36.125MHzに周波数変換する。チューナ4aから4xが出力する信号は、QAM復調器5aから5xにそれぞれ入力される。QAM復調器5aから5xは、入力された信号を復調して速度41.34Mbpsの再生データを出力する。

【0021】図2は、周波数変換器2aから2x及び、チューナ4aから4xにそれぞれ含まれるPLL周波数シンセサイザの構成を示すものである。図2において、21はPLLシンセサイザIC、22はループフィルタ、23は電圧制御発振器、24は増幅IC、25は分岐コイル、R1からR10は抵抗、C1からC11はコンデンサ、Lはコイル、Tr1からTr3はトランジスタ、Xは水晶振動子である。

【0022】以下、図2を用いてその動作を説明する。図2において、PLLシンセサイザIC21が出力する信号は、ループフィルタ22に入力される。ループフィルタ22は、コンデンサC1とコンデンサC2と抵抗R1からなる第1の積分部と、抵抗R2とトランジスタTr1からなる電圧レベルシフト部と、抵抗R3とコンデンサC3からなる第2の積分部により構成される。ループフィルタ22は、PLLシンセサイザIC21が出力する信号の平滑化と、直流電圧Vbによるレベルシフトを行う。ループフィルタ22が出力する信号は、抵抗R4を介して電圧制御発振器23に入力される。電圧制御発振器23は、抵抗R5からR7とコンデンサC4からC6とバリキャップCvとコイルLとトランジスタTr2からなる発振部と、抵抗R8からR10とトランジスタTr3からなるバッファ部により構成される。電圧制御発振器23は、ループフィルタ22が出力する信号の電圧によってバリキャップCvの容量が変化し、この容量変化に応じた発振周波数の信号を出力する。電圧制御発振器23が出力する信号は、コンデンサC8を介して増幅IC24に入力される。増幅IC24は、入力された信号を一定量増幅する。増幅IC24が出力する信号は、分岐コイル25に入力される。分岐コイル25は、増幅IC24が出力する信号を2つに分岐して、一方はコンデンサC9を介してPLLシンセサイザIC21へ出力し、他方はコンデンサC10を介してPLL周波数シンセサイザの出力信号Voとして出力する。

【0023】また、図3はQAM復調器のキャリア再生部の構成を示すものである。図3において、31はA/D変換部、32は直交検波部、33は変調成分除去部、34はデジタルフィルタ部、35は発振部である。

【0024】以下、図3を用いてその動作を説明する。図3において、A/D変換部31は、QAM復調器に入力されるアナログ信号をデジタルデータに変換する。A/D変換部31が出力するデータは、直交検波部32に入力される。直交検波部32は、A/D変換部31が出力するデータを発振部35が出力するデータを用いて

直交検波し、I軸データとQ軸データを生成する。直交検波部32が出力する2つのデータは、変調成分除去部33に入力される。変調成分除去部33は、I軸データとQ軸データから、変調成分を除去してキャリア成分を生成する。変調成分除去部33が出力するデータは、デジタルフィルタ部34に入力される。デジタルフィルタ部34は、低域信号のみを通過させる周波数特性を備えており、入力されるデータを平滑化して雑音成分を除去する。デジタルフィルタ部34が出力するデータは、発振部35に入力される。発振部35は、入力されるデータから正弦波データと余弦波データを生成する。このようにキャリア再生部を構成すると、発振部35が出力する正弦波データと余弦波データは、A/D変換部31に入力されたQAM変調波に含まれるキャリア成分と一致する。

【0025】ここで、上述の送受信装置に、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動が加わると、周波数変換器2aから2xや、チューナ4aから4xに含まれるPLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。一般に、航空機内の送受信装置に加わる振動は、天候や高度といった航空機の飛行状況と、装置の機内設置場所によって様々であるが、地上における耐振動試験の規格によると、その振動の周波数は10Hzから2kHzまでの範囲である。例えば、「DO-160D/Environmental Condition and Test Procedures for Airborne Equipment」(1997年、RTCA社)、Section8の「Vibration」に見られる。したがって、図2のPLL周波数シンセサイザを構成する部品には、この周波数範囲の機械的な振動が加わることになる。すなわち、ループフィルタ22や電圧制御発振器23に含まれるコンデンサやコイルは、この機械的な振動の周波数範囲内で特性が変化することになる。本実施の形態1では、以下のようにして、機械的な振動によるQAM復調器のデータ誤りを防止する。

【0026】まず、図2のPLL周波数シンセサイザにおいて、自然角周波数 ω_0 を機械的な振動の最高周波数2kHzよりも高く設定する。自然角周波数 ω_0 は、「Media IC Handbook」(1995、GEC PLESSEY)のSection6の「TV/Satellite Synthesizers - Basic Design Guidelines」に見られるように、抵抗R1と、コンデンサC1と、コンデンサC2と、位相比較器の利得Kdと、電圧制御発振器の利得Koと、プリスケアラ・ディバイダの分周比Pと、プログラマブル・ディバイダの分周比Nと、ダンピングファクタ ξ とから次式で示される。

【0027】

$$【数1】 C1 = Kd \cdot Ko / (P \cdot N \cdot \omega_0^2)$$

【0028】

$$【数2】 R1' = 2 \cdot \xi / (\omega_0 \cdot C1)$$

【0029】

$$【数3】 R1' = (1 + C2/C1) \cdot R1$$

【0030】

$$【数4】 C2 = C1/5$$

ここでは、 $R1 = 3.9k\Omega$ 、 $C1 = 47nF$ 、 $C2 = 12nF$ 、 $Kd = 150uA/2\pi$ 、 $Ko = 15MHz/V$ 、 $P = 1$ 、 $N = 621$ から805まで1ステップで可変、 $\xi = 0.8$ として、自然角周波数をおよそ8kHzに設定する。更に、PLLシンセサイザICに4MHzの水晶振動子Xを外付けし、位相比較周波数を1MHzに設定する。このように自然角周波数と位相比較周波数を機械的な振動の最高周波数2kHzよりも高く設定すると、ループフィルタ22や電圧制御発振器23に含まれるコンデンサやコイルが、機械的な振動周波数10Hzから2kHzまでの範囲で特性変化を起こしても、PLL周波数シンセサイザが高速に追従して、雑音の発生を抑圧することができる。

【0031】次に、図3のキャリア再生部において、ループフィルタ帯域幅を機械的な振動の最高周波数である2kHzよりも高く設定する。ループフィルタ帯域幅は、デジタルフィルタ34の構成と動作周波数によって決定される。例えば、WILLIAMらの文献「A Survey of Digital Phase-Locked Loops」(1981、Proceeding of the IEEE、Vol. 69、No. 4)のp426に見られる。ここでは、デジタルフィルタ34の構成を2次タイプ、動作速度をシンボルレートの整数倍とし、ループフィルタ帯域幅をおよそ15kHzとする。このようにループフィルタ帯域幅を機械的な振動の最高周波数2kHzよりも高く設定すると、機械的な振動によってPLL周波数シンセサイザが出力する信号雑音が増大しても、キャリア再生部が高速に追従して、データ誤りの発生を防止することができる。

【0032】以上のように本実施の形態によれば、入力されるデジタルデータを変調するQAM変調器1aから1xと、QAM変調器1aから1xがそれぞれ出力する信号を所定の周波数に変換する周波数変換器2aから2xと、周波数変換器2aから2xが出力する信号を増幅及び分岐する増幅/分岐器3と、増幅/分岐器3が出力する信号を所定の周波数に変換するチューナ4aから4xと、チューナ4aから4xがそれぞれ出力する信号からデジタルデータを復調するQAM復調器5aから5xとを備えた送受信装置において、周波数変換器2aから2x及びチューナ4aから4xはPLL周波数シンセサイザを備え、他方、QAM復調器5aから5xはキャリア再生部を備え、PLL周波数シンセサイザの自然角周波数と位相比較周波数、及びキャリア再生部のループフィルタ帯域幅を、外部から加わる機械的な振動の最

高周波数よりも大きい値に設定することにより、送受信装置に航空機内の機械的な衝撃や振動が加わっても、PLL周波数シンセサイザや、キャリア再生部が高速に追従して雑音を抑圧するので、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力するのを防止することができる。

【0033】以下、本発明の実施の形態2について図2を用いて説明する。

【0034】本発明の実施の形態2は、図2のPLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLがマイクロストリップラインで形成されることを除いては、上述の実施の形態1と同様であるので、その動作の説明は省略する。ここでは、マイクロストリップラインで形成されるコイルLについて説明する。

【0035】図2において、電圧制御発振器23から出力される信号の発振周波数 f_{vco} は次式で示される。

【0036】

【数5】 $f_{vco} = 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{K})$

【0037】

【数6】 $K = L \cdot C5 \cdot C6 \cdot C_v / (C5 \cdot C6 + C_v \cdot (C5 + C6))$

電圧制御発振器23に、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動が加わると、コイルやコンデンサの特性が変化し、発振周波数 f_{vco} が変動する。この結果、PLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。さて、(数5)と(数6)において、コイルL、コンデンサC5、コンデンサC6、バリキャップ容量 C_v が同比率で変化した場合、発振周波数 f_{vco} に与える影響は、コイルLが最も大きい。そこで、コイルLを機械的な振動に対して特性変化の少ない、マイクロストリップラインで形成する。コイルLを空芯タイプとすると、機械的な振動によって形状が変化し易く、特性が大きく変わってしまう。マイクロストリップラインのインダクタ値については、例えば、マイクロ波回路の基礎とその応用(1990年、総合電子出版社)の172頁に見られる。

【0038】以上のように、PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLをマイクロストリップラインによって形成し、機械的な衝撃や振動に対する特性変化を少なくすることにより、電圧制御発振器23の周波数変動をさらに抑圧することができる。

【0039】以下、本発明の実施の形態3について図4を用いて説明する。

【0040】本発明の実施の形態3は、図2のPLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLをマイクロストリップラインで形成し、更にこのマイクロストリップラインの上部に、補

強板を貼り付けたことを除いては、実施の形態1と同様であるので、その動作の説明は省略する。ここでは、マイクロストリップラインの構成について説明する。

【0041】図4は、本実施の形態3を示すマイクロストリップラインの断面図である。同図において、41はプリント基板、42はマイクロストリップライン、43は接地導体、44は外装樹脂で、以上は従来のマイクロストリップラインの断面と同様なものである。従来と異なるのは、補強板45に接着剤46を塗布し、マイクロストリップライン42の上部に貼り付けた点である。

【0042】以上のように構成されたマイクロストリップラインについて、以下その動作を説明する。

【0043】プリント基板41に形成したマイクロストリップライン42に、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動が加わると、プリント基板41や、マイクロストリップライン42や、接地導体43が変形し、マイクロストリップラインの特性が変化する。この特性変化は、電圧制御発振器23の発振周波数 f_{vco} を変動させる。この結果、PLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。そこで、マイクロストリップライン42周辺の機械的な強度を高めるために、接着剤46を用いて、補強板45をマイクロストリップライン42の上部に貼り付ける。補強板45は、プリント基板41と同じ基板とする。また、接着剤46には、絶縁性の高いエポキシ系やシリコン系の接着剤を用いる。このようにすると、補強板45が、機械的な衝撃や振動に対する補強材として働き、マイクロストリップラインの特性変化を抑圧することができる。

【0044】以上のように、PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するマイクロストリップライン上部に、補強板を貼り付けることにより、機械的な衝撃や振動に対する特性変化を少なくして、電圧制御発振器23の周波数変動をさらに抑圧することができる。

【0045】以下、本発明の実施の形態4について図2を用いて説明する。

【0046】本発明の実施の形態4は、図2のPLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLがチップ面実装タイプで形成されることを除いては、実施の形態1と同様であるので、その動作の説明は省略する。ここでは、チップ面実装タイプで形成されたコイルLについて説明する。

【0047】電圧制御発振器23に、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動が加わると、コイルやコンデンサの特性が変化し、発振周波数 f_{vco} が変動する。この結果、PLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。上述の実施の形態2にて説明したように、(数5)と(数6)において、コイルL、コン

デンサC5、コンデンサC6、バリキャップ容量Cvが同比率で変化した場合、発振周波数 f_{vco} に与える影響は、コイルLが最も大きい。そこで、コイルLを機械的な振動に対して、ストレスの少ないチップ面実装タイプで形成する。コイルLを空芯タイプとすると、機械的な振動によって形状が変化し易く、特性が大きく変わってしまう。これに対してチップ面実装タイプのコイルは、チップタイプのコンデンサや抵抗と同程度の大きさであり、プリント基板からの機械的な応力を伝わりにくくすることができる。

【0048】以上のように、PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLをチップ面実装タイプにて形成し、機械的な衝撃や振動に対する特性変化を少なくして、電圧制御発振器23の周波数変動を抑圧することができる。

【0049】以下、本発明の実施の形態5について図5を用いて説明する。

【0050】本発明の実施の形態5は、図2のPLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するコイルLをマイクロストリップラインで形成し、更に、このマイクロストリップラインをプリント基板の内層で形成したことを除いては、実施の形態1と同様であるので、その動作の説明は省略する。ここでは、マイクロストリップラインの構成について説明する。

【0051】図5は、本実施の形態5を示すマイクロストリップラインの断面図である。同図において、51はプリント基板、52はマイクロストリップライン、53は接地導体、54は外装樹脂、55はシールドカバーである。従来と異なるのは、マイクロストリップライン52をプリント基板の内部に形成した点である。

【0052】以上のように構成されたマイクロストリップラインについて、以下その動作を説明する。

【0053】PLL周波数シンセサイザから外部への信号漏れや、逆に外部からPLL周波数シンセサイザへの信号進入を防ぐために、プリント基板51にはシールドカバー55が取り付けられる。マイクロストリップライン52をプリント基板51の外層に形成すると、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動によって、シールドカバー55との空間的な条件が変動し、マイクロストリップラインの特性が変化する。この特性変化は、電圧制御発振器23の発振周波数 f_{vco} を変動させる。この結果、PLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。ここでは、図5に示すように、マイクロストリップライン52をプリント基板51の内層に形成し、マイクロストリップライン52が、プリント基板51に取り付けられたシールドカバー55と直接に対向しないようにする。このようにすると、プリント基板51の一部がマイクロストリップライン52と、シールド

カバー55との間に介在するので、機械的な衝撃や振動に対する空間的な条件の変動を少なくすることができる。

【0054】以上のように、PLL周波数シンセサイザに含まれる電圧制御発振器23の共振部に使用するマイクロストリップラインをプリント基板の内層に形成することにより、機械的な衝撃や振動に対する特性変化を少なくし、電圧制御発振器23の周波数変動を抑圧することができる。

10 【0055】以下、本発明の実施の形態6について図2を用いて説明する。

【0056】本発明の実施の形態6は、図2のPLL周波数シンセサイザに含まれるループフィルタ22に使用するコンデンサC1、コンデンサC2、コンデンサC3や、電圧制御発振器23の共振部に使用するコンデンサC4、コンデンサC5、コンデンサC6を、フィルムタイプとしたことを除いては、実施の形態1と同様であるので、その動作の説明は省略する。ここでは、これらフィルムタイプのコンデンサについて説明する。

20 【0057】PLL周波数シンセサイザのループフィルタ22や電圧制御発振器23に、航空機内の厳しい機械的な衝撃や振動が加わると、コイルやコンデンサの特性が変化し、発振周波数 f_{vco} が変動する。この結果、PLL周波数シンセサイザの出力信号に含まれる雑音成分が増加し、QAM復調器5aから5xが誤った再生データを出力する。さて、上述の実施の形態1にて説明したように、ループフィルタ22は、コンデンサC1とコンデンサC2と抵抗R1からなる第1の積分部と、抵抗R2とトランジスタTr1からなる電圧レベルシフト部
30 と、抵抗R3とコンデンサC3からなる第2の積分部により構成され、PLLシンセサイザIC21が出力する信号を平滑化し、直流電圧Vbによるレベルシフトを行う。ここで、コンデンサC1からC3には、高周波特性や大きさの面からセラミックタイプが用いられる。また、電圧制御発振器23は、抵抗R5からR7とコンデンサC4からC6とバリキャップCvとコイルLとトランジスタTr2からなる発振部と、抵抗R8からR10とトランジスタTr3からなるバッファ部により構成され、ループフィルタ22が出力する信号に応じて、(数5)と(数6)で示した発振周波数 f_{vco} の信号を出力する。ここで、コンデンサC4からC6には、高周波特性や大きさの面からセラミックタイプが用いられる。さて、セラミックタイプのコンデンサは、フィルムタイプと比較して、圧電効果が大きく機械的な衝撃や振動に弱い点がある。そこで、ループフィルタ22に使用するコンデンサC1からC3や、電圧制御発振器23の共振部に使用するコンデンサC4からC6をフィルムタイプにする。フィルムタイプは、セラミックタイプと比較してサイズは大きくなるが、高周波特性、温度特性、耐振動特性のいずれも優れたコンデンサである。
50

【0058】以上のように、PLL周波数シンセサイザに含まれるループフィルタ22に使用するコンデンサC1からC3や、電圧制御発振器23の共振部に使用するコンデンサC4からC6をフィルムタイプにし、機械的な衝撃や振動に対する特性変化を少なくして、電圧制御発振器23の周波数変動を抑圧することができる。

【0059】なお、上記各実施の形態では、QAM変調器と、周波数変換器と、チューナと、QAM復調器の数は、それぞれaからxの24としたが、QAM変調器と周波数変換器の数、チューナとQAM復調器の数は、24以外

の数であって、両者は一致していなくてもよい。
【0060】また、上記各実施の形態では、QAM変調器1aから1xには、速度41.34MbpsのMPEGトランスポートストリームが入力され、中心周波数36.125MHzの64QAM変調波を出力するとしたが、QAM変調器が動作可能であれば、MPEGトランスポートストリームの速度や、出力信号の中心周波数と変調方式は、特にこの値に限らなくてもよい。

【0061】また、上記各実施の形態では、周波数変換器1aからは141MHz、周波数変換器1bからは149MHz、周波数変換器1xからは325MHzの信号がそれぞれ出力されるものとしたが、全ての信号が周波数軸上で重ならないければ、他の周波数であってもよい。

【0062】また、上記各実施の形態では、チューナ4aは141MHz、チューナ4bは149MHz、チューナ4xは325MHzの信号をそれぞれ選択し、36.125MHzに周波数変換するとしたが、各チューナが動作可能であれば、選択する信号や、周波数変換する周波数は、特にこの値に限らなくてもよい。

【0063】また、上記実施の形態では、航空機内の機械的な振動の周波数は10Hzから2kHzまでの範囲であるとしたが、DO-160D規格以外の値であってもよい。

【0064】また、上記各実施の形態では、PLL周波数シンセサイザの自然角周波数をおよそ8kHz、位相比較周波数を1MHzに設定するとしたが、機械的な振動の最高周波数よりも大きければ、他の値であってもよい。

【0065】また、上記各実施の形態では、キャリア再生部のデジタルフィルタ部34の構成を2次タイプ、動作速度をシンボルレートの整数倍、ループフィルタ帯域幅をおよそ15kHzとするとしたが、機械的な振動の最高周波数よりも大きければ、他の構成であってもよい。

【0066】また、上記実施の形態3では、マイクロストリップライン42の上部に補強板45を貼り付けるとしたが、下部や上下両方であってもよい。

【0067】また、上記実施の形態3では、補強板45は、プリント基板41と同じ基板であるとしたが、マイ

クロストリップラインの特性に影響がなければ、別の材質であってもよい。

【0068】また、上記実施の形態3では、接着剤46には、絶縁性の高いエポキシ系やシリコン系の接着剤を用いるとしたが、マイクロストリップラインの特性に影響がなければ、別の成分であってもよい。

【0069】また、上記実施の形態6では、PLL周波数シンセサイザに含まれるループフィルタ22に使用するコンデンサC1からC3や、電圧制御発振器23の共振部に使用するコンデンサC4からC6をフィルムタイプにするとしたが、そのうちの一部のコンデンサだけがフィルムタイプであってもよい。

【0070】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、入力されるデジタルデータを変調する変調手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、変調手段が出力する信号を複数の異なる周波数に変換する第1の周波数変換手段と、その第1の周波数変換手段が出力する信号を増幅及び分岐する増幅／分岐手段と、PLL周波数シンセサイザを有し、増幅／分岐手段が出力する信号を所定の周波数に変換する第2の周波数変換手段と、キャリア再生部を有し、第2の周波数変換手段が出力する信号からデジタルデータを復調する復調手段とを備え、各PLL周波数シンセサイザの自然角周波数及びキャリア再生部のループフィルタ帯域幅が、所定の条件のもとで決められた外部から加わる機械的な振動の最高周波数よりも大きい値に設定されているので、送受信装置に航空機内の機械的な衝撃や振動が加わっても、PLL周波数シンセサイザや、キャリア再生部が高速に追従して雑音を抑圧でき、復調手段が誤った再生データを出力するのを防止することができるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における送受信装置の構成図である。

【図2】上記図1の周波数変換器や、チューナに含まれるPLL周波数シンセサイザの構成図である。

【図3】上記図1のQAM復調器に含まれるキャリア再生部の構成図である。

【図4】本発明の実施の形態3におけるPLL周波数シンセサイザで使用するマイクロストリップラインの断面図である。

【図5】本発明の実施の形態5におけるPLL周波数シンセサイザで使用するマイクロストリップラインの断面図である。

【図6】従来の送受信装置の構成図である。

【図7】上記図6の第1の周波数変換手段や、第2の周波数変換手段に含まれるPLL周波数シンセサイザの構成図である。

【符号の説明】

1a、1b、1x QAM変調器

15

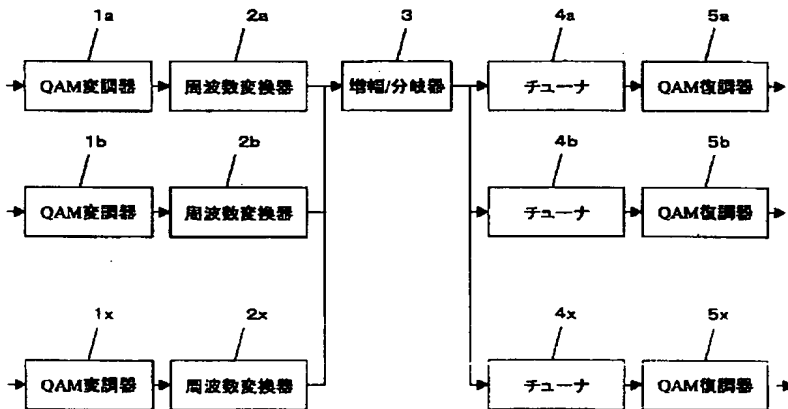
- 2a、2b、2x 周波数変換器
 3 増幅／分岐器
 4a、4b、4x チューナ
 5a、5b、5x QAM復調器
 21、71 PLLシンセサイザIC
 22、72 ループフィルタ
 23、73 電圧制御発振器
 24 増幅IC
 25 分岐コイル
 31 A/D変換部
 32 直交検波部
 33 変調成分除去部
 34 デジタルフィルタ部
 35 発振部

16

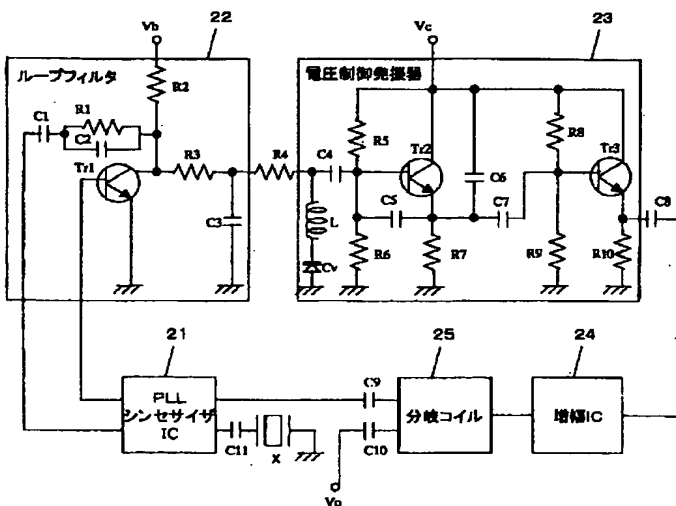
- * 41、51 プリント基板
 42、52 マイクロストリップライン
 43、53 接地導体
 44、54 外装樹脂
 45 補強板
 46 接着剤
 55 シールドカバー
 61 変調手段
 62 第1の周波数変換手段
 63 増幅／分岐手段
 64 第2の周波数変換手段
 65 復調手段
 74 水晶振動子

*

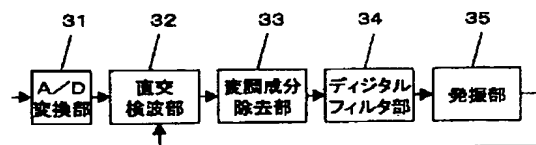
【図1】



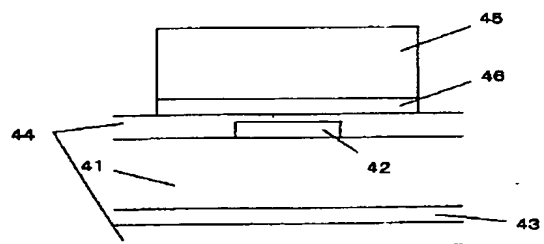
【図2】



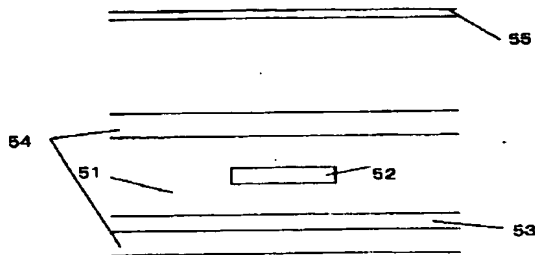
【図3】



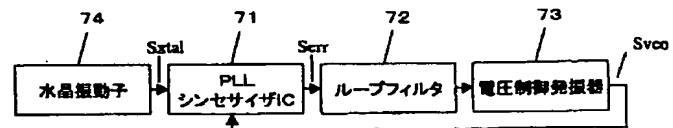
【図4】



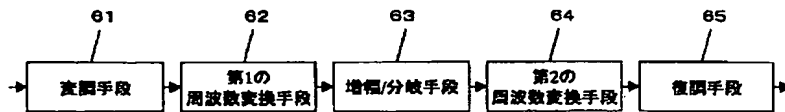
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H04L 27/38

識別記号

F I

H04L 27/00

タームコード (参考)

G

(72)発明者 有井 浩二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム (参考) 5J106 AA04 BB08 BB09 BB10 CC01

CC15 CC21 CC41 CC51 DD05

JJ01 KK02 KK29

5K004 AA08 JG01 JJ13

5K020 AA08 DD25 DD26 EE05 GG01

GG04 GG10 GG12 MM01 MM04

MM07 MM11 MM12 MM13

5K060 BB04 CC01 DD03 FF06 HH01

HH26 HH28 HH29 JJ02 JJ03

JJ04 JJ08 JJ10